



Aqua reports 2013:6

## **Fisksamhället i Storsjön, Jämtland**

Undersökningar med ekolodning,  
trålning och nätprovfiske år 2011

Thomas Axenrot, Magnus Andersson, Erik Degerman



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Fisksamhället i Storsjön, Jämtland  
Undersökningar med ekolodning, trålning och nätprovfiske 2011

Thomas Axenrot, Magnus Andersson & Erik Degerman

Adress

SLU, Institutionen för akvatiska resurser,  
Sötvattenslaboratoriet, Stångholmsvägen 2, 178 93 Drottningholm

april 2013

SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Aqua reports 2013:6

ISBN: 978-91-576-9140-8 (elektronisk version)

Vid citering uppge:

Axenrot, T., Andersson, M. och Degerman, E. (2013). Fisksamhället i Storsjön, Jämtland. Undersökningar med ekolodning, trålning och nätprovfiske år 2011. Aqua reports 2013:6 Sveriges lantbruksuniversitet, Drottningholm. 35 s.

Rapporten kan laddas ned från

<http://www.slu.se/aquareports>

E-post

Thomas.Axenrot@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Erik Petersson, SLU, Sötvattenslaboratoriet

Jan Andersson, SLU, Kustlaboratoriet

Finansiärer

SLU, Sötvattenslaboratoriet

Havs- och vattenmyndigheten

Länsstyrelsen i Jämtlands län

Framsida: Trålfångst i Storsjön. Foto: Anders Asp.

Baksida: Storsjön i september. Foto: Anders Asp.

## Sammanfattning

Storsjön är Sveriges femte största sjö, men miljöövervakning med avseende på fiskssamhället har varit sparsam. I syfte att råda bot på detta undersöktes fiskssamhället i september 2011 med ekolodning, trålning och nätprovfiske. Resultaten från denna undersökning jämfördes med tidigare undersökningar i Storsjön och med resultat från liknande undersökningar i Siljan och Vättern.

Nors introducerades i Storsjön 1977 och verkar ha etablerat sig från mitten av 1980-talet. Resultaten från 2011 visar en stabil norspopulation med god och regelbunden rekrytering. Mängden sik har varierat över tiden, med en tendens till minskande biomassa, men god rekrytering noterades 2011. Jämfört med tidigare undersökningar kunde konstateras att storleksfördelningen hos nors- och sikpopulationerna inte förändrats. Fiskarnas vertikala utbredning visade att småvuxen, planktonätande sik uppehöll sig i det varmare vattnet ovanför språngskiktet, medan nors återfanns i det kallare vattnet i och under språngskiktet. Därigenom minskar konkurrensen om den gemensamma födan djurplankton. Även abborre uppehöll sig över språngskiktet, men inte i öppet vatten utan närmare strand- eller grundområden. Större sikar var också vanligast i sådana områden.

Resultaten visade att de olika metoderna kompletterar varandra. Endast en av metoderna skulle inte ge den helhetsbild som nu kan presenteras av såväl fiskssamhälle som rekrytering. Ingen av metoderna lyckades emellertid väl beskriva populationerna av öring, röding och införd kanadaröding. Resultaten för öring från ekolodning/trålning och nätprovfisken 2011 jämfördes därför med motsvarande resultat från en trollingtävling samma år. De förändringar i Storsjöns ekosystem som ägt rum sedan 1970-talet, med introduktion av nya fiskarter och invandring av pungräkor, är så omfattande att fortsatt regelbunden övervakning föreslås och lämpliga metoder diskuteras kortfattat.

## Summary

Lake Storsjön is the fifth largest lake in Sweden but environmental monitoring related to the fish community has been sparse. To overcome this deficiency the fish community in L. Storsjön was studied in September 2011 using echo sounding, trawling and gill netting. Results from this study were compared with previous studies in L. Storsjön and with comparable studies in Lakes Siljan and Vättern.

European smelt was introduced in L. Storsjön in 1977 and was established by the mid-1980s. The results on smelt in this study show a stable population with regular recruitment. The whitefish population has varied over the last decades with a tendency of slightly decreasing abundance, but recruitment was observed in 2011. For both the smelt and whitefish populations, size distribution has not undergone changes over the same period of time. The vertical distribution of smelt and whitefish showed that small, planktivorous whitefish mainly occupied the warmer water above the thermocline while smelt were found in the colder water below. By that, food competition for zooplankton can be reduced. Perch were also found in the warmer water, but generally closer to littoral areas or shoals. Larger whitefish were most common in shallow water.

The results showed that none of the methods alone provided a full picture on abundance and recruitment but rather complemented each other. Furthermore, none of the methods managed to describe the predatory fish species trout, arctic char and the introduced lake trout. Results in this study for trout and lake trout were compared with results from an annual trolling competition event the same year. The changes in the ecosystem of L. Storsjön from the 1970s, with introductions of alien fish species and immigration of mysids, are extensive. Regular future monitoring is proposed and adequate methods discussed in short.

## Innehåll

1	Inledning.....	1
2	Material och metoder.....	3
2.1	Ekolodning med trålning.....	3
2.2	Nätprovfiske .....	6
3	Resultat .....	8
3.1	Ekolodning och trålning .....	8
3.1.1	Beståndsskattning och föryngring .....	8
3.1.2	Tidigare hydroakustiska undersökningar i Storsjön.....	10
3.1.3	Jämförelse med andra sjöar.....	11
3.1.4	Trålning - längdfördelning av sik och nors.....	12
3.2	Nätprovfiske .....	14
3.2.1	Fångst med bottensatta nät.....	14
3.2.2	Djupfördelning vid bottennätfisket .....	18
3.2.3	Fångst i pelagiska nät .....	21
3.2.4	Längdfördelningar .....	22
3.2.5	Föryngring .....	24
3.2.6	Öringfångster .....	25
4	Diskussion.....	27
5	Erkännanden .....	33
6	Referenser .....	34



# 1 Inledning

Storsjön i Jämtland är Sveriges femte största sjö med en yta på 464 kvadratkilometer och ett medeldjup på 17 m. Sjön är belägen på 292 m över havet och är Sveriges fjärde största regleringsmagasin för vattenkraft sedan en regleringsdamm byggdes i utloppet 1938-1940. Regleringsamplituden i sjön är 2,75 m. I reglerade vatten brukar strandzonen (litoralen) utarmas, dels genom att näringsämnen sköljs ur, dels genom ständiga vattenståndsförändringar. Effekterna av regleringen av Storsjön uppmärksammades tidigt och man försökte stärka produktionen i det pelagiska systemet och i de djupare vattenlagren genom utsättningar av olika fiskar och näringsdjur. Från 1962 sattes det ut kanadaröding (*Salvelinus namaycush*) för att kompensera för minskade fångster av öring till följd av regleringen av sjöns vattennivåer. För att öka mängden tillgänglig föda för kanadarödingen sattes det ut nors (*Osmerus eperlanus*) år 1977. Dessutom har främmande evertetrater, som t ex pungräka (*Mysis relicta*), taggmärla (*Pallasea quadrispinosa*) och sjösyrsa (*Gammaracanthus lacustris*) etablerat sig i Storsjön efter uppströms introduktioner (Kinsten 2012). Pungräka påträffades första gången i sjön 1970 (Kinsten 2012). Samtidigt har utsättningar av öring förekommit som kompensation för förlorade uppväxtområden i Indalsälven uppströms. Årligen sätts det ut cirka 7 500 odlade Bågedeöringar med en medelvikt på ca 400 g.

Sjön är näringsfattig (oligotrof) med halter av totalfosfor och totalkväve under 4 respektive 350 µg/l (IVF 2013). Storsjöns fiskerätt fördelar sig på enskilt vattenområde (Åssjön, Brunflöviken och Bergsviken) och allmänt vattenområde (Storsjöflaket). Fisket förvaltas på enskilt vatten av fyra fiskevårdsområdesföreningar som samverkar i Storsjöns Centrala Råd. På det allmänna vattnet får fisket bedrivas fritt med handredskap och nät efter nationellt satta fiskeregler. Fisket består i huvudsak av husbehovsfiske med nät samt sportfiske och har till största delen varit inriktat på öring (*Salmo trutta*). Fisket efter kanadaröding hade en topp på 1990-talet varefter utsättningar

upphört och man till och med gjort riktade fisken på lekgrunden för att minska artens numerär, eftersom den anses påverka öring negativt.

Under år 2011 genomförde Sötvattenslaboratoriet vid Sveriges Lantbruksuniversitet nätprovfisken och hydroakustiska undersökningar med trålning i Storsjön för att få en aktuell bild av sjöns fiskfauna. Uppdragets huvudsakliga målsättning var att skatta bestånden av pelagisk fisk, i huvudsak nors och sik (*Coregonus* sp.), som möjlig bytesfisk för framför allt öring, och att beskriva det litorala och bentiska fisksamhället. I rapporten görs jämförelser med tidigare studier i sjön.



## **2 Material och metoder**

### **2.1 Ekolodning med trålning**

Fältarbetet för den pelagiska delen, med transporter och därmed sammanhängande åtgärder på undersökningsfartyget U/F Asterix (Figur 1), ägde rum under tiden 8-13 september 2011.



Figur 1. Sötvattenslaboratoriets undersökningsfartyg U/F Asterix rustad för hydroakustiska undersökningar, trålning, nätfiske och annan provtagning. Båten kan transporteras med trailer mellan sjöar.

Undersökningarna på Storsjön genomfördes under tre nätter 9-12 september (Tabell 1). Under dygnets mörka period är pelagisk fisk vanligen som mest tillgänglig för hydroakustisk teknik genom att täta stim löses upp och fiskar som dagtid sökt skydd nära botten återfinns i öppet vatten. De hydroakustiska

transekterna planerades för att ge tillräcklig täckning enligt Aglen (1983), vilket uppfylldes för öppet vatten i Storsjön, undantaget strandnära områden grundare än ca 10 m (Tabell 1). I samband med undersökningarna togs djupprofiler av vattentemperatur (SDA-sond, SST GmbH, Germany). Skattade värden för vindstyrka och riktning, våghöjd och ljusförhållanden dokumenterades.

Tabell 1. Ekolodning i Storsjön 2011. Tid avser ekolodning längs transekt exklusive tid för annan provtagning, som trålning mm. Täckningsgrad beräknad enligt Aglen (1983).

Område	Start Datum	Klockslag	Sträcka (km)	Yta (km <sup>2</sup> )	Täckning
Ässjön-Brunflovik	2011-09-09	20:40	21	-	-
Centrala Storsjön	2011-09-10	20:32	33	-	-
Södra Storsjön	2011-09-11	20:29	54	-	-
Totalt Storsjön	-	-	108	362*	5,7

\*Yta undantaget strandnära områden <10 m djup



Figur 2. Områden i Storsjön där hydroakustiska undersökningar, tråldrag och nätprovfiske genomfördes 2011. Copyright Lantmäteriet (nr 1 2010/0345).

Vid ekolodningen användes ett 38 kHz ekolod (Simrad EK60) med svängaren (Simrad ES 38B) fastmonterad på undersökningsfartyget U/F Asterix. Utrustningen kalibrerades enligt rekommendationer från tillverkaren och gällande standarder (Foote 1982, Foote m.fl. 1987). Pulslängd och bandvidd sattes till 512 ms respektive 3,28 kHz. Hydroakustiska data bearbetades och analyserades med Sonar5-Pro version 6.0.1 (Balk & Lindem 2011).

För att relatera resultaten från ekolodningen till det pelagiska fiskesamhällets art- och storlekssammansättning genomfördes begränsade provtrålningar i de undersökta områdena och på olika djup i varje område i direkt anslutning till ekolodningen (Figur 2, Tabell 2). Vilka tråldjup som skulle undersökas bestämdes utifrån aktuell fördelning av fisk med stöd av hydroakustiska data från ekolodningen samt djupprofiler över vattentemperaturen. Minsta maskstorlek i lyftet på trålen var 5 mm (knut till knut) vilket medger att även små fiskar och årsungar fångas i trålen. Under trålning framfördes båten i 2,5 knop. Den sammanlagda fångsten vid trålning var nors (n=997), sik (n=305) och öring (n=2). Samtliga fångade individer mättes och vägdes. För ev. framtida åldersbestämning har ett representativt urval utifrån storleksfördelning sparats. För beräkning av fisklängd från ekostyrka (target strength, TS) användes Love (1971 och 1977) som beskrivs i Parker Stetter m fl. (2009). Beräkning av vikt från längd baserades på information från de faktiska trålfångsterna.

Tabell 2. Trålning i Storsjön 2011 - omfattning och fångster.

Område	Datum (start)	Djup (m)	Tråltid (min)	Nors	Sik	Öring	Språngskikt (m)
Ässjön-Brunflovisen	2011-09-09	5-10	20	27	109	0	17-30
		15-20	18	280	64	0	17-30
		25-30	18	44	24	0	17-30
		35-40	18	27	6	0	17-30
Centrala Storsjön	2011-09-10	5-10	20	9	45	1	25-35
		15-20	18	223	19	0	25-35
		40-45	18	15	2	0	25-35
Södra Storsjön	2011-09-11	5-10	18	13	9	1	22-25
		10-15	18	213	22	0	22-25
		25-30	19	146	5	0	22-25

Tidigare undersökningar med ekolodning och trålning har genomförts 1985 (Brabrand 1986) och 1989, 1992 och 1995 (Enderlein, Sötvattenslaboratoriet, Fiskeriverket). Trålningarna 1985 genomfördes som partrålning från två båtar på fyra stationer på djupen 0-3 m, 5-8 m (två tråldrag), 10-13 m (två tråldrag) och 30-33 m. Totalt genomfördes fem tråldrag fördelat på Kvissleviken ut till Hallen, Vallsundet och Flaket (dvs. södra Centrala Storsjön; Figur 2). Tråltid var 30 minuter.

Resultaten av hydroakustik och trålning från Storsjön 2011 har även jämförts med motsvarande resultat från Vättern 2011 och Siljan 2009 som båda har liknande näringsstatus och artsammansättning.

## 2.2 Nätprovfiske

Provfisken med så kallade översiktsnät, dvs. nät sammansatt av sektioner med olika maskstorlek, har bedrivits i Storsjön vid fem tillfällen (1979, 1980, 1984, 1988 och 2011). År 1979 fiskades med bottensatta nät över hela sjön och med pelagiska nät (skötar; Tabell 3). Åren 1980, 1984 och 1988 bedrevs fisket mer lokalt vid Hammarnäs. År 2011 genomfördes nätprovfisket i tre delområden i centrala Storsjön (Figur 2). Samtliga år bedrevs fisket längs hela djupgradienten från ytan till 54 m djup. Den använda typen av bottennät har varierat betydligt. De första två åren användes nät med tolv maskstorlekar (10-75 mm) och under 1984 fiskades även med nät med fjorton maskstorlekar (Tabell 4). Därmed kunde även småvuxna arter som elritsa (*Phoxinus phoxinus*) och bergsimpa (*Cottus poecilopus*) fångas, samt naturligtvis yngre stadier av t ex abborre (*Perca fluviatilis*), mört (*Rutilus rutilus*) och nors. År 2011 användes kustöversiktsnät med 11 maskstorlekar (6-60 mm). Dessa nät hade dock en större yta och var högre än de konventionella översiktsnäten. Detta innebär att jämförelser mellan provfisken olika år får göras med försiktighet. Vid jämförelse av fångsten mellan olika nättyper måste man dels beakta minsta maskstorlek, dels nätets storlek.

Tabell 3. Provfisken genomförda av Sötvattenslaboratoriet med översiktsnät av olika typer i Storsjön. Nätbeskrivningar finns på NORS hemsida ([www.slu.se](http://www.slu.se)).

Startdatum	Typ av		Typ av		Område
	bottennät	Nätinsats	pelagiska nät	Nätinsats	
1979-07-18	Bdrot12	34	Pdrot12	3	Hela sjön
1980-08-03	Bdrot12,Pdrot12	52	Pdrot12	3	Hammarnäs
1984-08-06	Bdrot12,Bdrot14	43	Pdrot12+2	3	Hammarnäs
1988-08-04	Bdrot14,Pdrot12+2	40	Pdrot12+2	2	Hammarnäs
2011-08-30	Bkust9+2	20			Centrala Storsjön, N
2011-09-02	Bkust9+2	20			Centrala Storsjön, S
2011-09-03	Bkust9+2	6			Centrala Storsjön, Mitt

## **3 Resultat**

### **3.1 Ekolodning och trålning**

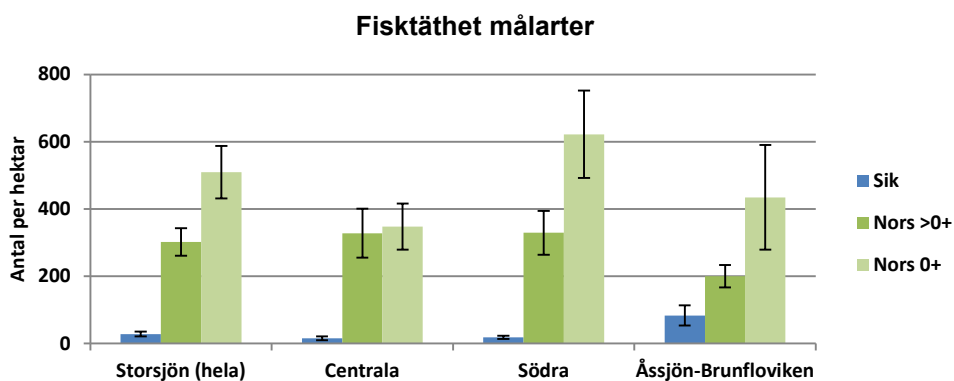
#### **3.1.1 Beståndsskattning och föryngring**

Resultaten från ekolodning och trålning avser mängden fisk i öppet vatten undantaget strandnära områden grundare än ca 10 m. Vid trålningen fångades nors, sik och öring (Tabell 2). Med stöd av storleksfördelningen i trålfångsterna och tidigare erfarenhet bedömdes nors under 60 mm längd vara årsungar (0+; Figur 8). Ett mindre antal sikar var mellan 110 och 159 mm långa. Dessa bedömdes höra till åldersgruppen 0+ med stöd av storleksfördelning och frekvenser i nätprovfisket (Figur 9 och 17). Detta antagande stöds inte till fullo vid en jämförelse med Brabrand (1986; Figur 9) och sik 0+ i flera andra, mindre sjöar i norra Sverige där den genomsnittliga (median) längden för ålderslästa årsungar av sik (0+) var 92 mm (63-178 mm, n = 58). För att slutligt avgöra åldern på de minsta sikarna från trålningen 2011 behöver dessa åldersläsas (fjäll/otoliter; sikar finns sparade i representativa storlekar).

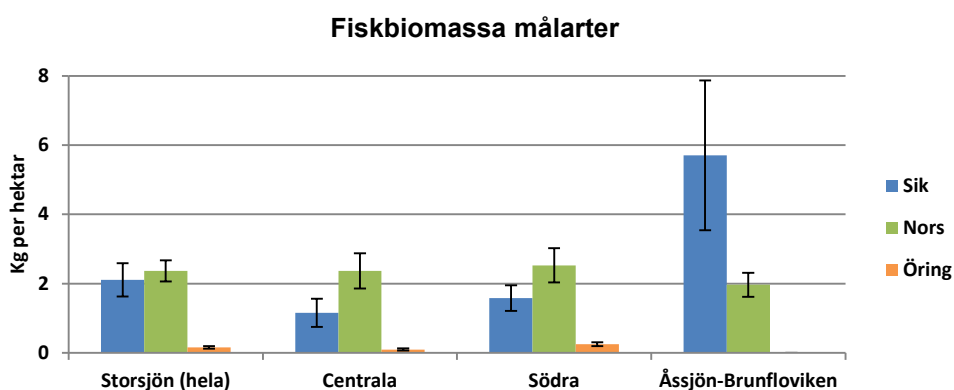
Den genomsnittliga fisktätheten för hela sjön beräknades till 840 fiskar per hektar, motsvarande en biomassa om 4,6 kg fisk per hektar (Figur 3 och 4). För de tre delområdena noterades relativt lika totala fisktätheter och nors dominerade till antal. Området Södra Storsjön hade den högsta fisktätheten (970 fiskar per hektar), vilket berodde på en något större mängd årsungar av nors (0+). I Åssjön-Brunfloven var beståndet av flerårig nors (>0+) mindre än i övriga områden. Området Åssjön-Brunfloven hade den största biomassan (7,7 kg per hektar), vilket förklarades av en större andel sik (5,7 kg motsvarande 74 % av fiskbiomassan) än övriga områden.

Endast enstaka öringar fångades vid trålning i områdena Centrala och Södra Storsjön. Ingen öring fångades i Åssjön-Brunfloven. Den beräknade

genomsnittliga mängden öring var under en öring per hektar (0,3 per hektar), motsvarande ca 160 g biomassa (Figur 4).



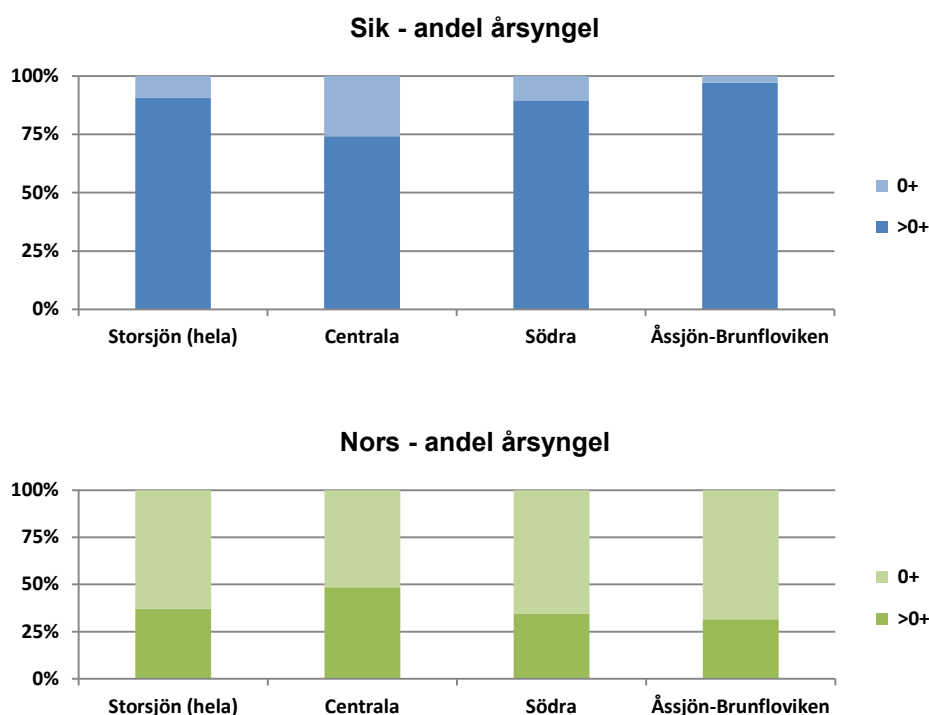
Figur 3. Fisktäthet för målarterna sik och nors i Storsjön 2011 med 95 % konfidensintervall. Årsungar (0+) av sik förekom i litet antal och är inräknade i Sik. Öring förekom i litet antal och redovisas inte i diagrammet.



Figur 4. Fiskbiomassa för målarterna sik, nors och öring i Storsjön 2011 med 95 % konfidensintervall. Årsungar bidrar med så liten biomassa att dessa ingår för respektive art. Ingen öring fångades vid trålning i Åssjön-Brunflovisken.

Hos nors varierade andelen årsungar (0+) mellan 51 och 68 % (medel 63 %) och andelen var lägst i Centrala Storsjön och högst i Åssjön-Brunflovisken

(Figur 5). Andelen årsungar av sik var i genomsnitt 9 %, men varierade mellan 3 - 26 % beroende på område (Figur 5).



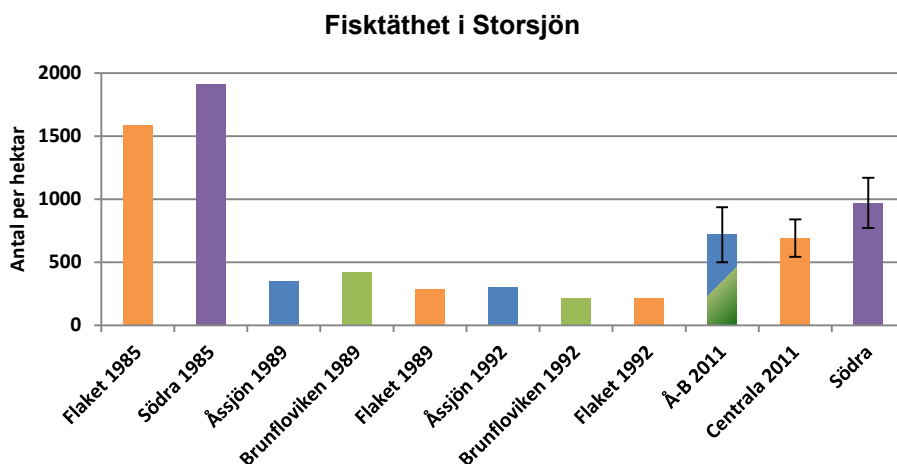
Figur 5. Beräknade andelar årsungar av sik och nors från ekolodning och trålning i Storsjön 2011.

### 3.1.2 Tidigare hydroakustiska undersökningar i Storsjön

Resultaten från 2011 har jämförts med tidigare hydroakustiska undersökningar i Storsjön utförda av Brabrand (år 1985) och Enderlein (åren 1989 och 1992; Figur 6). Vid jämförelse av resultaten, som sträcker sig över 26 år, måste beaktas teknisk utveckling, undersökningarnas omfattning (täckningsgrad), trålningsteknik och analysmetoder. De områden som kunnat jämföras med Brabrand (1985) är Flaket (motsvarande Centrala Storsjön 2011) och Södra (motsvarande Södra Storsjön 2011). Det kan noteras att den hydroakustiska täckningen vid undersökningen 1985 var mycket liten jämfört med 2011 i båda



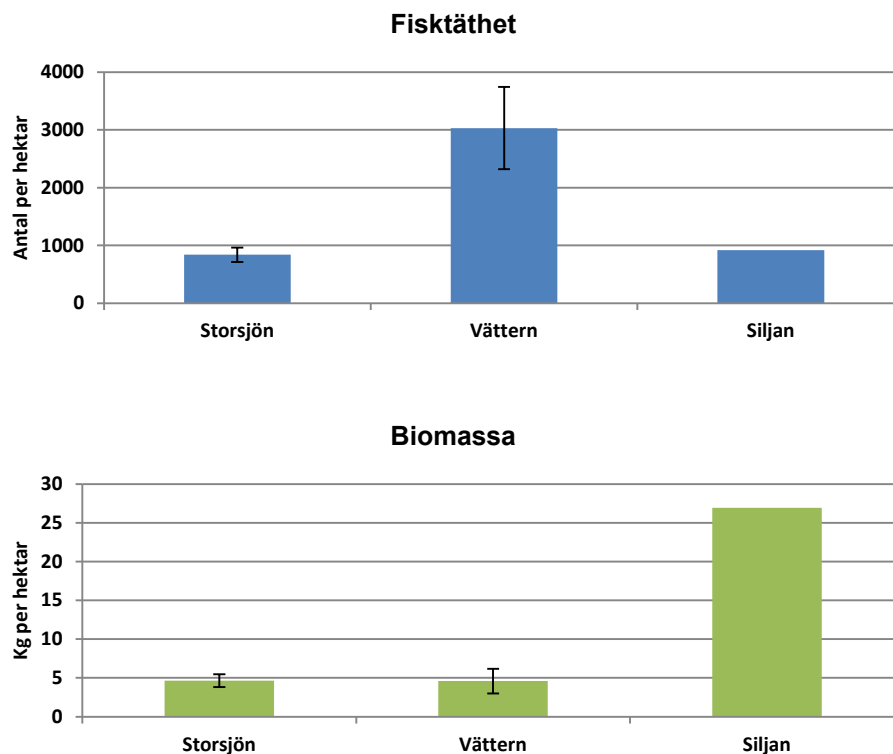
områdena och i Södra genomfördes ingen trålning som stöd för hydroakustiska data (Brabrand 1986). Skillnader mellan undersökningarna berörs vidare under Diskussion.



Figur 6. Jämförelse av beräknade fisktätheter från hydroakustiska undersökningar i Storsjön. Resultaten 2011 redovisas med 95 % konfidensintervall. Mått på variation saknas för tidigare undersökningar.

### 3.1.3 Jämförelse med andra sjöar

Fisktäthet och biomassa har jämförts med motsvarande resultat från två andra näringsfattiga sjöar, Vättern (2011) och Siljan (2009; Figur 7). Samma teknik och liknande omfattning av undersökningen användes för alla tre sjöarna, förutom att hydroakustiska data för Siljan tagits upp med 120 kHz och för de andra två sjöarna med 38 kHz. Om man jämför Storsjön med Vättern hade den senare större fisktäthet, och jämfört med Siljan hade Storsjön lägre biomassa. Skillnaderna berodde på en hög förekomst av storspigg (*Gasterosteus aculeatus*) i Vättern och relativt stora sikar i Siljan.



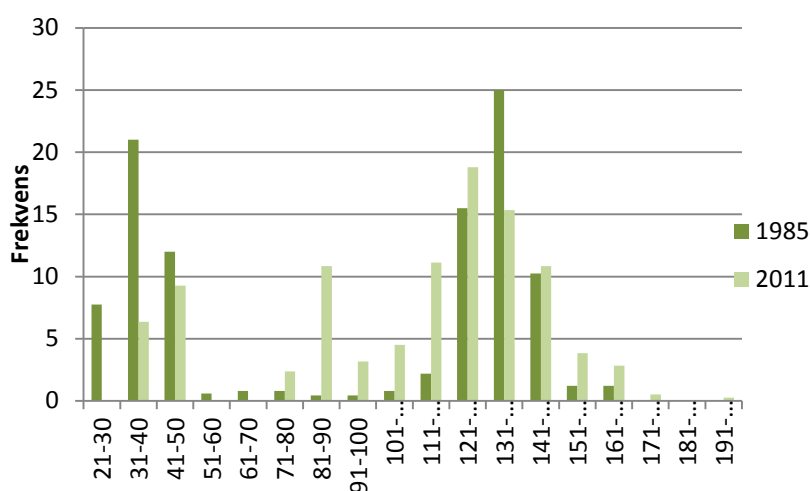
Figur 7. Fisktäthet och biomassa i tre stora näringsfattiga sjöar med liknande låga fosfor- och kvävehalter. För Siljan saknades jämförbart mått på variation (95 % konfidensintervall).

### 3.1.4 Trålning - längdfördelning av sik och nors

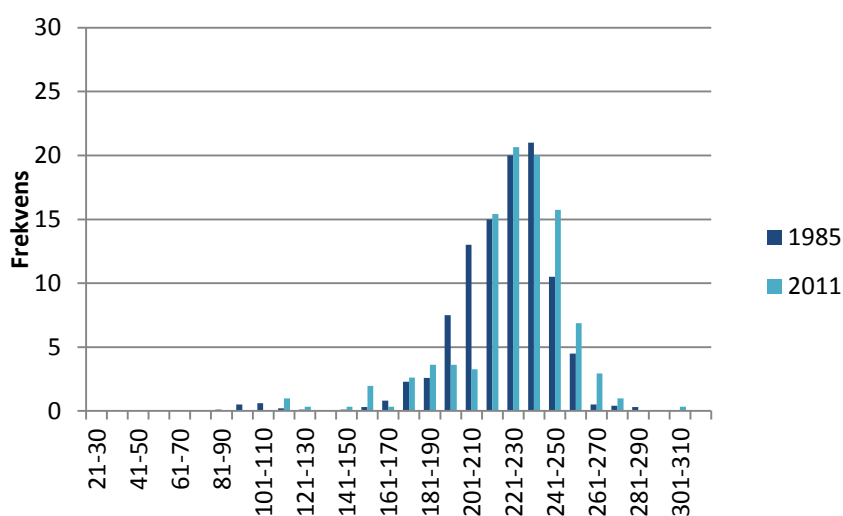
I samband med de hydroakustiska undersökningarna 1985 (Brabrand 1986) och 2011 (Tabell 2 och Figur 2) fiskades samtidigt med trål för att fastställa artsammansättning och storleksfördelning.

Längdfördelningen på fångad nors (Figur 8) visade att årsungar av nors (generellt <60 mm denna årstid) fångades vid båda tillfällena, dvs. rekrytering av nors hade skett både 1985 och 2011. I trålfångsten 1985 var förekomsten av vad som bedömdes vara fjolårsungar av nors (så kallad 1+; ca 71-100 mm) jämförelsevis låg jämfört med 2011. Större norsar uppvisade en likartad längdfördelning de båda åren.

Längdfördelning på fångad sik (Figur 9) visade att sikens längdfördelning var likartad båda åren. Endast ett fåtal sikar under 150 mm fångades, medan huvuddelen av siken var i storleksintervallet 200-270 mm. Noterbart var att sik under 150 mm var relativt frekventa vid fisket med bottensatta nät år 2011 (Figur 12). Således verkar det som de yngsta/kortaste sikarna uppehöll sig mer bentiskt än pelagiskt under sensommaren.



Figur 8. Andel (%) av fångad nors av en viss längdklass fördelat på trålfångsten år 1985 respektive 2011.



Figur 9. Andel (%) av fångad sik av en viss längdklass fördelat på trålfångsten år 1985 respektive 2011.

## 3.2 Nätprovfiske

### 3.2.1 Fångst med bottensatta nät

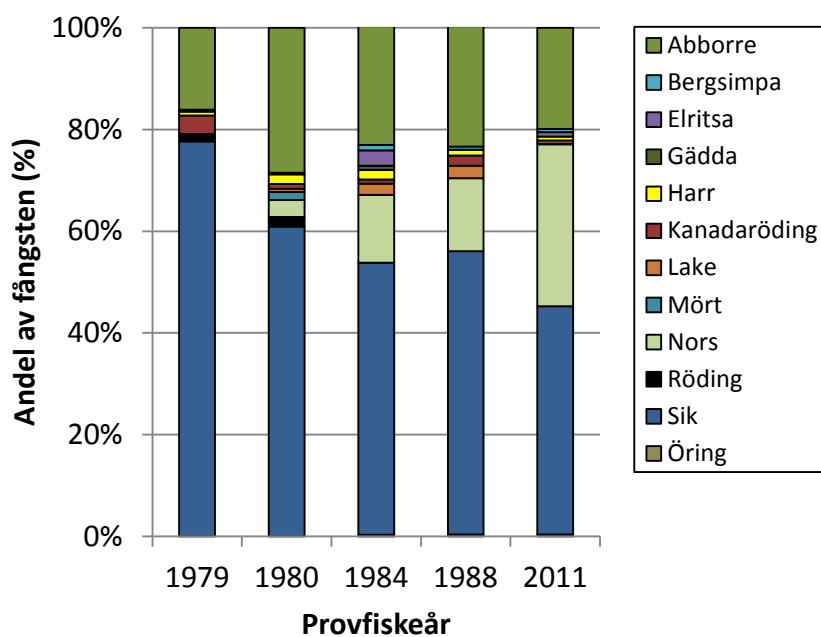
Totalt fångades tolv olika fiskarter vid nätprovfiskena (Tabell 4). Den introducerade kanadarödingen påträffades vid provfiskena 1979 - 1988, men ej 2011. Röding (*Salvelinus salvelinus*) påträffades 1979 och 1980. De småvuxna arterna bergsimpa och elritsa påträffades 1988-2011, då finmaskigare nät användes. Arterna förekom med största säkerhet i sjön även vid de tidigare provfiskena, men kunde då inte fångas.

Fångsten per bottennät, antalet individer per nätansträngning, de fem skilda åren framgår av Tabell 4. Notera att fångsten redovisas per nät respektive per 100 m<sup>2</sup> nätarea. För att enklare kunna jämföra fångstresultaten så har varje arts andel av den totala fångsten redovisats i Figur 10.

Tabell 4. Fångst per ansträngning (antal per nät) respektive antal per 100 m<sup>2</sup> bottennät vid provfiske i Storsjön (provfiskeområden, se Figur 2).

Antal per nät	1979	1980	1984	1988	2011
Abborre	1,29	1,81	1,47	1,73	3,46
Bergsimpa	0	0	0,07	0,05	0,11
Elritsa	0	0	0,19	0	0,15
Gädda	0,03	0,02	0,05	0	0
Harr	0,06	0,12	0,12	0,08	0,13
Kanadaröding	0,29	0,06	0,05	0,15	0
Lake	0,03	0,04	0,14	0,18	0,11
Mört	0	0,1	0	0	0,02
Nors	0,03	0,21	0,84	1,05	5,54
Röding	0,06	0,12	0	0	0
Sik	6,21	3,87	3,37	4,08	7,8
Öring	0	0	0,02	0,03	0,07
Summa	8	6,35	6,3	7,33	17,39

Antal/100m <sup>2</sup>	1979	1980	1984	1988	2011
Abborre	2,39	3,35	2,51	2,75	3,49
Bergsimpa	0,00	0,00	0,12	0,08	0,11
Elritsa	0,00	0,00	0,32	0,00	0,15
Gädda	0,06	0,04	0,09	0,00	0,00
Harr	0,11	0,22	0,21	0,13	0,13
Kanadaröding	0,54	0,11	0,09	0,24	0,00
Lake	0,06	0,07	0,24	0,29	0,11
Mört	0,00	0,19	0,00	0,00	0,02
Nors	0,06	0,39	1,44	1,67	5,60
Röding	0,11	0,22	0,00	0,00	0,00
Sik	11,50	7,17	5,76	6,48	7,88
Öring	0,00	0,00	0,03	0,05	0,07
Summa	14,81	11,76	10,80	11,67	17,57



Figur 10. Olika arters andel av totalfångsten i bottennät (antal per nät) respektive provfiskeår.

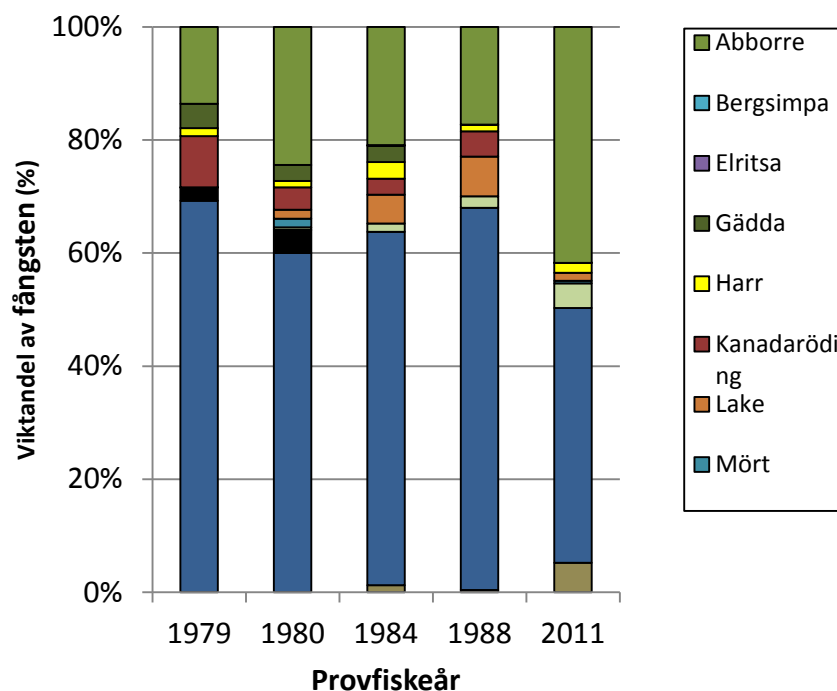
Notera att det föreligger vissa skillnader i använda nät mellan åren (Tabell 3).  
 Räknat i biomassa dominerade abborre och sik i sjön (Tabell 5, Figur 11).  
 Noterbart var dock att sikens biomassa per 100 m<sup>2</sup> nät tenderat att minska från

1979 till 2011 (Tabell 5; linjär regression justerat  $r^2 = 0,48$ ;  $p = 0,11$ ,  $n = 5$ ). Kanadaröding och lake (*Lota lota*) hade större biomassa än nors åren 1979-1988 varefter norsens andel av biomassan ökat (linjär regression 1979-2011; justerat  $r^2 = 0,95$ ;  $p = 0,003$ ;  $n = 5$ ). Den höga totala biomassan per 100 m nät år 1979 berodde på fångst av en gädda (*Esox lucius*), kanadaröding och mycket sik.

Tabell 5. Fångstvikt per ansträngning respektive vikt per 100 m<sup>2</sup> bottennät vid provfiske i Storsjön.

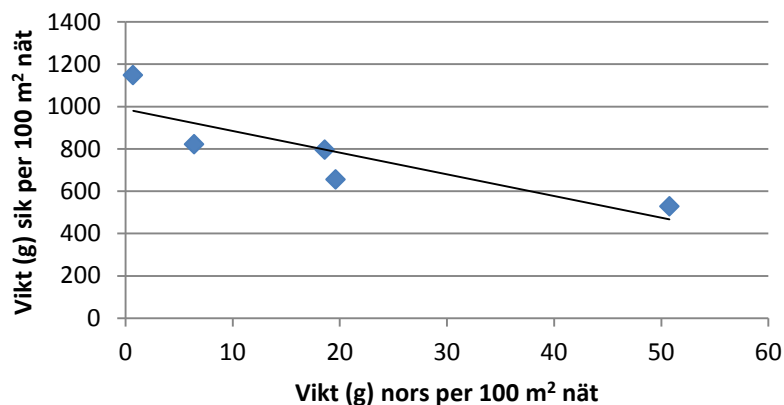
Vikt per nät (gram)	1979	1980	1984	1988	2011
Abborre	122,1	180,5	155,9	105,8	483,8
Bergsimpa	0	0	0,1	0,1	0,2
Elritsa	0	0	0,6	0	0,3
Gädda	38,2	20,8	21,5	0	0
Harr	12,6	8,3	21,9	6,9	20,1
Kanadaröding	81,1	29,2	20,9	27,4	0,0
Lake	0,3	12,0	38,1	43,1	16,7
Mört	0	11,1	0	0	5,0
Nors	0,4	3,5	10,9	12,4	50,3
Röding	20,9	30,0	0	0	0
Sik	620,6	443,5	465,4	413,4	522,8
Öring	0	0	9,6	2,5	60,7
Summa	896	739	745	611	1160

Vikt i gram/100 m <sup>2</sup>	1979	1980	1984	1988	2011
Abborre	226,1	334,2	266,5	167,9	488,7
Bergsimpa	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2
Elritsa	0,0	0,0	1,0	0,0	0,3
Gädda	70,8	38,5	36,8	0,0	0,0
Harr	23,3	15,3	37,4	11,0	20,3
Kanadaröding	150,2	54,1	35,7	43,4	0,0
Lake	0,5	22,2	65,2	68,4	16,8
Mört	0,0	20,5	0,0	0,0	5,1
Nors	0,7	6,4	18,6	19,6	50,8
Röding	38,7	55,6	0,0	0,0	0,0
Sik	1 149,2	821,3	795,5	656,1	528,1
Öring	0,0	0,0	16,4	3,9	61,3
Summa	1 659,5	1 368,0	1 273,5	970,5	1 171,5



Figur 11. Olika arters andel av totalfångsten i bottennät (vikt per nät) respektive provfiskeår.

Notera att det föreligger vissa skillnader i använda nät mellan åren (Tabell 3). En jämförelse av fångstbiomassa av sik och nors per 100 m<sup>2</sup> nät (Tabell 5) visade en tydlig trend till minskande vikt av sik och dito ökning av nors (linjär regression 1979-2011; justerat  $r^2 = 0,63$ ;  $p = 0,069$ ;  $n = 5$ ; Figur 12).

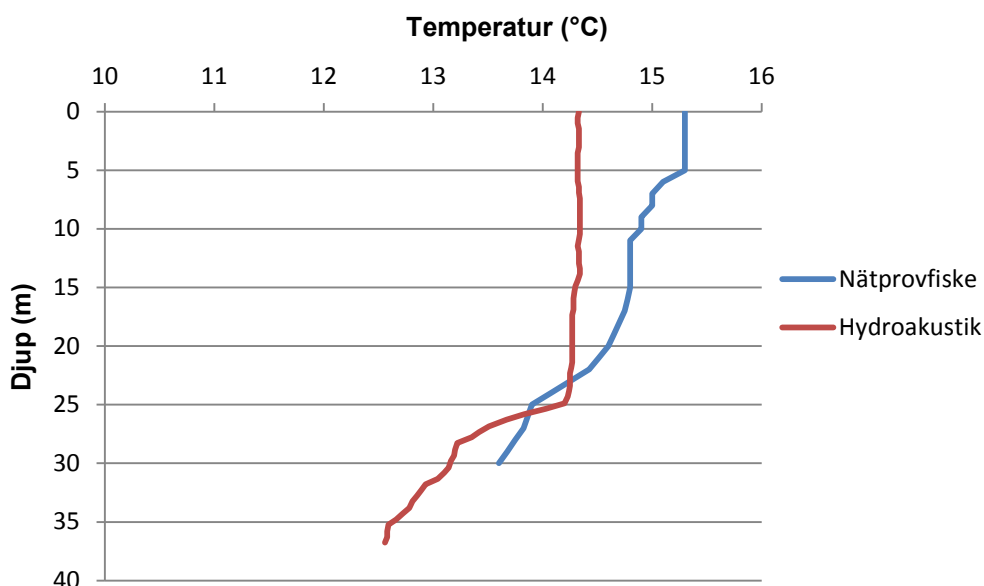


Figur 12. Vikt per 100 m<sup>2</sup> nät av sik och nors vid de olika provfiskena med bottennät (data ur Tabell 5).

### 3.2.2 Djupfördelning vid bottennätfisket

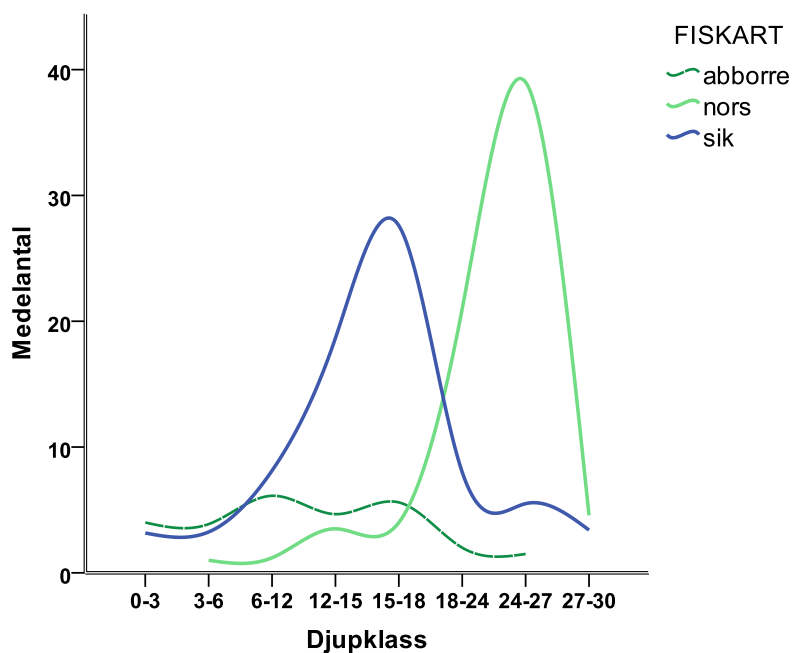
I denna rapport redovisas inte närmare fångsten i provfisket på olika djup eller stationer i sjön. Det kunde dock konstateras att fångst av olika arter varierade med vattendjupet, vilket troligen var en effekt av skillnaden i vattentemperatur. Temperaturmätningar i samband med hydroakustiken visade ett språngskikt från 25 meter, vilket var mindre tydligt vid mätningen i samband med nätprovfisket (Figur 13).



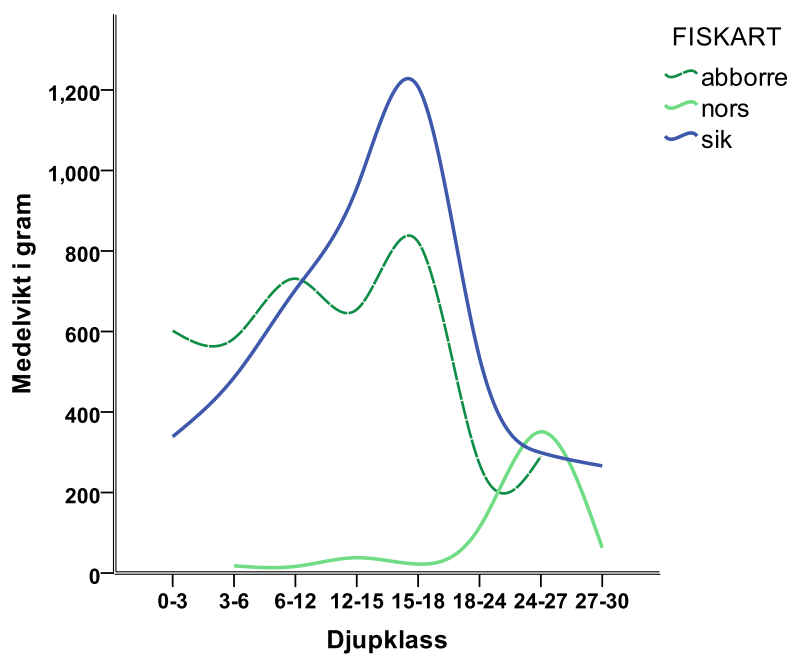


Figur 13. Temperaturprofiler från Centrala Storsjön (Flaket) från nätprovfiske 2011-09-02 och hydroakustik 2011-09-10.

Siken hade en normalfördelad förekomst kring 15 meter (Figur 14), vilket sammanföll med de största fångstvikterna (Figur 15). Norsen uppehöll sig djupare och förekom kring 25 meter (Figur 14). Den största interaktionen med avseende på djuputbredning mellan nors och sik var mellan 18 och 24 meter (Figur 14 och 15). Siken uppehöll sig främst över språngskiktet och norsen under detsamma enligt temperaturmätningarna (Figur 13). Abborre fångades ända ner till ca 25 meter (Figur 14), vilket motsvarade en vattentemperatur av ungefär 14 grader Celsius (Figur 13). Viktmässigt var fångsterna av abborre störst ner till 18 meter (Figur 15).



Figur 14. Fångsten abborre, nors och sik uttryckt som antal per nät i respektive djupklass (m).



Figur 15. Medelvikten per nät av fångsten abborre, nors och sik i respektive djupklass (m).

### 3.2.3 Fångst i pelagiska nät

Pelagiska nät användes de första fyra provfiskeåren 1979-88 (Tabell 3). Åren 1984 och 1988 hade dessa nät sektioner med finare maska. Detta kan vara orsaken till en något lägre medelvikt per nät på nors och sik de åren (Tabell 6). År 1988 var fångsten i de pelagiska näten förhållandevis ringa och eftersom få nät användes och på endast en plats bör resultaten från detta fiske tolkas försiktigt.

Tabell 6. Redovisning av fångsten i pelagiska nät 1979-1988.

Antal per pelagiskt nät	1979	1980	1984	1988
Nors	0	0,33	11,67	0,5
Sik	6,33	15	11,67	3
Kanadaröding	0	0	0,33	0

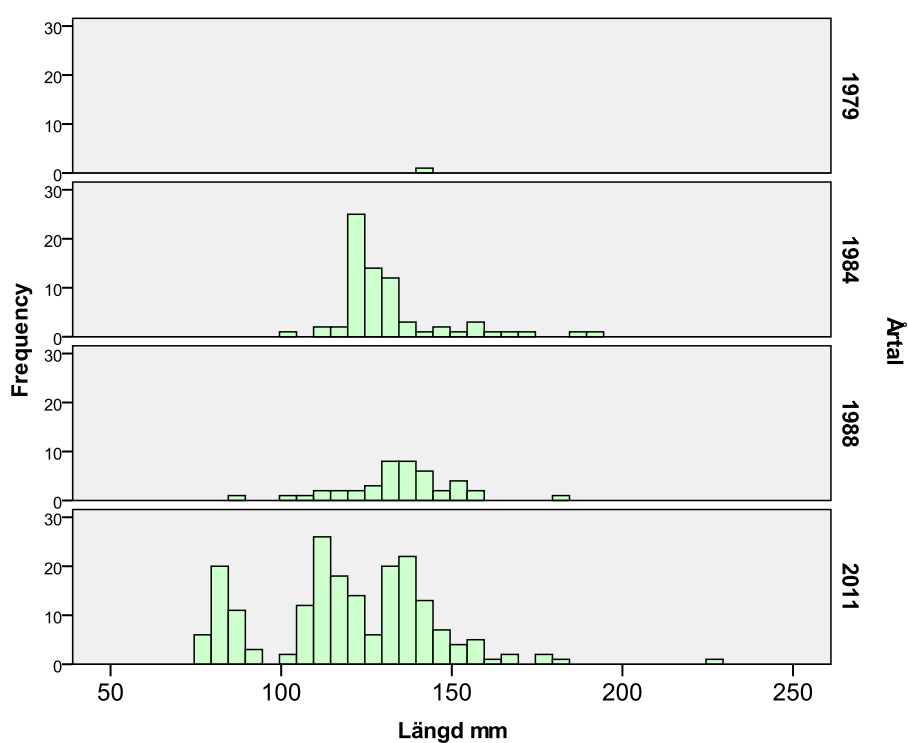
Vikt per pelagiskt nät (g)	1979	1980	1984	1988
Nors	0	5,67	128,7	7
Sik	607,8	1582	1047	258
Kanadaröding	0	0	298,7	0

Individmedelvikt (g)	1979	1980	1984	1988
Nors	0	17	11	14
Sik	96	105	90	86

Av resultaten framgår, trots skillnader i nättyp och provtaget område, en tendens till att norsen ökat. Nors var ovanlig åren 1979-1980, men var betydligt vanligare 1984. Medelvikten på nors var relativt hög 1980, vilket skulle kunna tyda på ett bestånd med dålig förnygring. Fångsten av 5,67 norsar per pelagiskt nät år 1980 var något högre än medianfångsten av arten i pelagiska nät i sjöar i Norrlands inland (pers. komm. A. Kinnerbäck), vilket ändå indikerar att norsbeståndet redan 1980 var av god numerär.

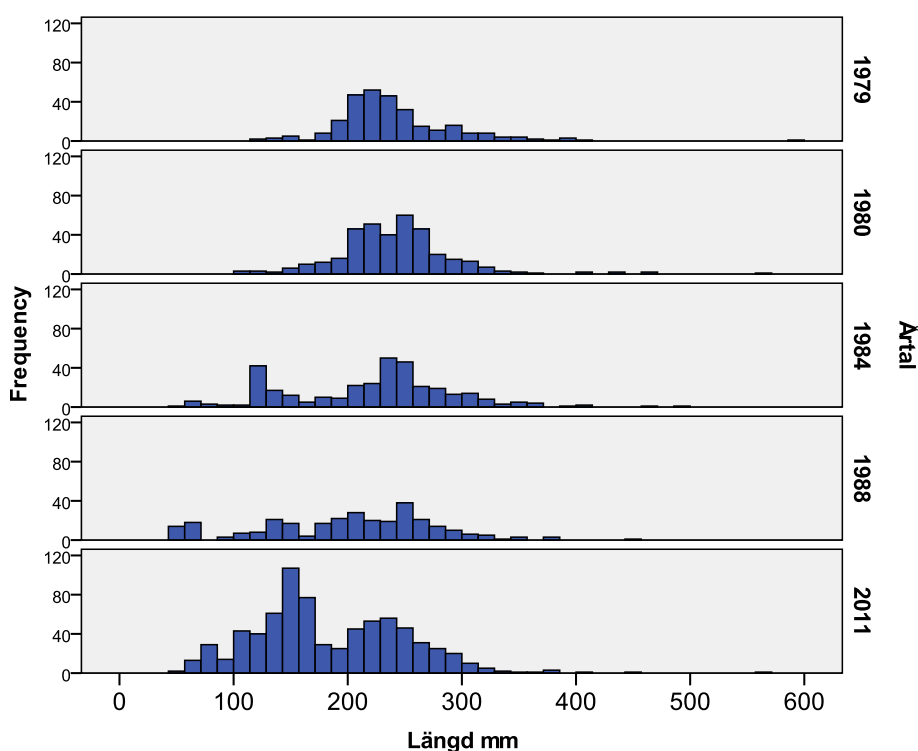
### 3.2.4 Längdfördelningar

Längdfördelningen för fångade norsar, alla nät sammantaget, visade att beståndet tycks vara etablerat i sjön 1984 med flera storleksklasser (år 1980 mättes inte fångade norsar). Årsungar, generellt <60 mm i augusti, fångas inte med näten och fjolårsungar i princip bara de åren då de finmaskigare näten användes, dvs. från 1988. År 2011 fanns ett tydligt inslag av fjolårsungar med en längd av 75-95 mm (Figur 16). Fjolårsungar av nors borde ha kunnat fångas även 1988, men var möjligen inte så talrika då. Årsungar av nors fångades vid trålning både 1985 och 2011 (Figur 8).

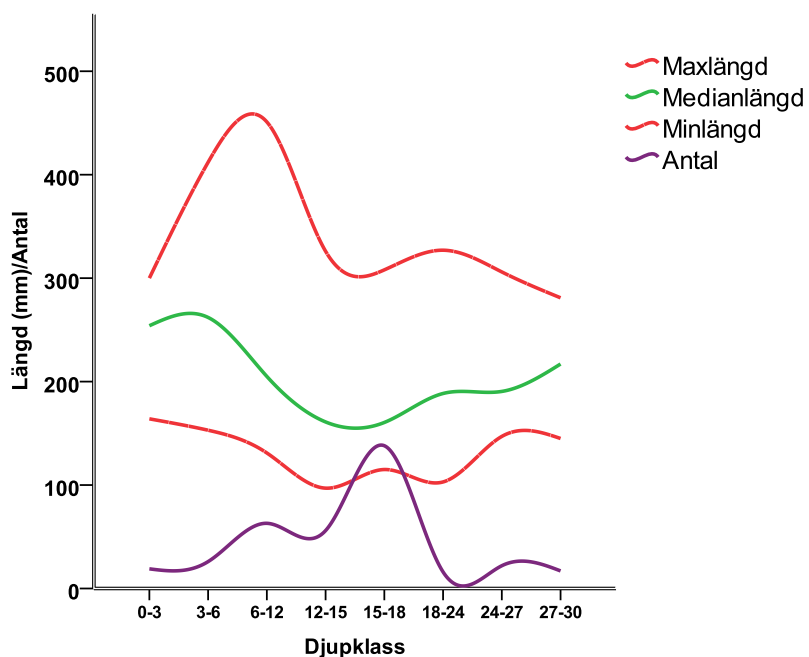


Figur 16. Längdfördelning för samtliga fångade och längdmätta norsar i samtliga provfiskenet de olika åren. År 1980 redovisas inte, då inga norsar längdmättes.

Längdfördelningen för samtliga fångade sikar påverkades troligen också av skillnader i de använda nätens maskstorlekar de olika åren. De första åren dominerades fångsten av sik i storleksklassen 170-300 mm (Figur 17). Denna storleksklass påträffades samtliga provfiskeår, men när de finmaskigare näten började användas 1984 tillkom också en storleksklass sikar i intervallet 75-150 mm. Sik under 150 mm var relativt frekventa vid fisket med bottensatta nät år 2011 (Figur 17), men var ovanliga i trålfångsten (Figur 9), vilket antydde att årsungarna uppehöll sig mer botten-/strandnära än ute i öppna sjön. Även större individer (>300 mm) tenderade att befinna sig bottennära och grundare än 12 meter (Figur 18).



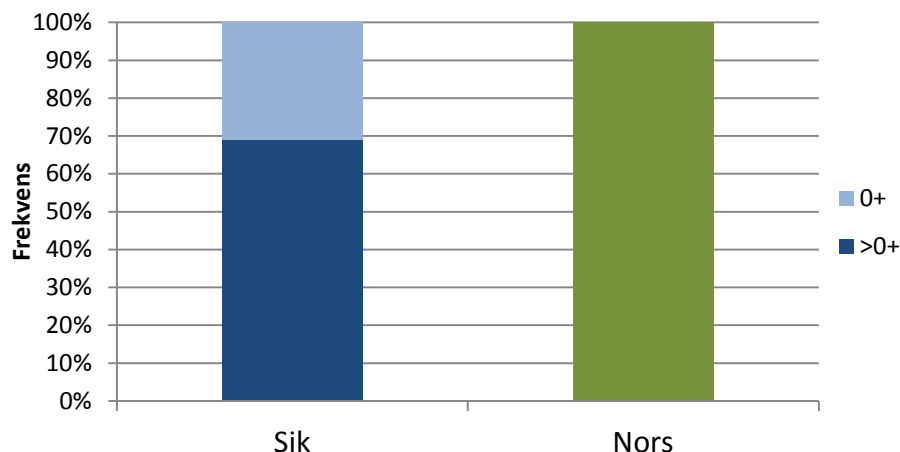
Figur 17. Längdfördelning för samtliga fångade och längdmätta sikar i samtliga provfiskeår de olika åren.



Figur 18. Max-, median-, och min-längd (mm) samt antal sik för samtliga individer per djupklass (meter) år 2011.

### 3.2.5 Föryngring

Andelen årsungar av sik utgjorde en tredjedel av den totala fångsten i bottensatta nät 2011 (Figur 19). Inga årsungar av nors fångades. Detta kan jämföras med resultatet från trålningarna (Figur 5, 8 och 9), som visade på god förekomst av årsungar av nors, men svag förekomst av årsungar av sik.



Figur19. Andelen årsungar (0+) och fleråriga individer (>0+) av sik respektive nors i nätprovfisket 2011.

### 3.2.6 Öringfångster

I tråldrag och nätprovfiske fångades endast två respektive tre öringar år 2011. Öring påträffades ner till 25 meters djup. Vid trålning fångades två jämnstora individer (medel 512 g) medan nätprovfisket fångade tre individer av olika storlekar (167 g, 501 g, 2 124 g).

I den återkommande trollingtävlingen i Storsjön, som år 2011 hölls 7-9 juli, fångades 119 öringar över 52 cm (Tabell 7). Medelvikten var ca 2 kg samtliga dagar. Antalet landade öringar per båt/dag var lägst dag 3, troligtvis till följd av en kortare tävlingsdag.

Tabell 7. Fångststatistik från Storsjötrollingen 2011.

DAG	Antal timmar	Antal båtar	Totalfångst > 52 cm	Fångade öringar per båt	Medelvikt	Minsta vikt	Största vikt	Standardavvikelse
1	9	70	42	0,60	1996	1156	5315	959
2	9	74	52	0,70	2092	1155	5444	1080
3	7	69	25	0,36	1995	1220	3850	768
SUMMA		213	119	0,56	2038	1155	5444	972

I tid omfattade nätprovfisket en vecka, trålningarna tre dagar och trollingtävlingen tre dagar. Fångstbarheten per ansträngning för öring var högre vid trollingsfisket jämfört med de övriga metoderna (Tabell 8), samtidigt som kostnaden för genomförandet självfallet var försumbart jämfört med de övriga metoderna.

Tabell 8. Jämförelse mellan hydroakustik/trålning, nätprovfiske och trolling. Ansträngning beräknad inom relevant djup (<25 m).

Metod/ ansträngningsberäkning	Totalt antal	Total vikt (Kg)	Antal per ansträngning	Fångstvikt per ansträngning	Ansträngning
Trålning (fångst/tråldrag)	2	1,0	0,33	0,17	6
Nätprovfiske (fångst/nät)	3	2,8	0,08	0,07	38
Trolling (fångst/båt)	119	242,5	0,56	1,14	213



## 4 Diskussion

Nors introducerades i Storsjön 1977. Det var först vid nätprovfisket 1984 som nors fångades i större mängder (Tabell 4 och 5), men norsbeståndets numerär var redan 1980 i paritet med andra vatten med nors i regionen (Anders Kinnerbäck 2013, opublicerat). Vid trålningarna 1985 och 2011 fångades nors i alla storlekar, dvs. även årsungar (0+; Figur 8). Norspopulationens storleksfördelning har varit likartad åtminstone sedan 1984 (Figur 8 och 16). De hydroakustiska resultaten från 2011 beräknar andelen årsungar av nors i de tre undersökta områdena till i medeltal 63 % med god rekrytering i alla områden (Figur 5). Motsvarande andel i Siljan 2009 var 64 %. I Vättern 2011 beräknades andelen till 71 %, med ett medeltal över de senaste 10 åren på 43 %. Nors kan således anses vara etablerad i Storsjön sedan mitten av 1980-talet med god rekrytering.

På SLU Sötvattenslaboratoriet (Anders Kinnerbäck) har sammanställts flera tabeller med jämförvärden där man kan se hur provfiskefångster i ett vatten förhåller sig till resultatet i andra liknande vatten. Vi har valt att jämföra med kategorin "Öringsjöar" och valt det största storleksintervallet för sjön som varit möjligt. Fångsten av öring är normalt (medianvärdet) 0,4 individer per bottennät och 0,3 i pelagiska skötar. Siffrorna hänför sig till översiktsnät Norden. Det innebär att inget av provfisketillfällena är direkt jämförbara, men man kan konstatera att öringfångsterna i Storsjön varit relativt sett låga över hela perioden. När det gäller nors i bottensatta nät är medianvärdet 1,4 per nät, vilket visar att fångsten av nors i bottennät gått från svagt (1979-1988) till något över normalt (2011; Tabell 4). Medianvärdet för sik är 0,8 i bottennät och 1,3 i pelagiska nät. Sikfångsterna i Storsjön har genomgående varit betydligt högre. Trots att fångstbarheten för sik var högre i de pelagiska näten jämfört med de bottensatta, medför den lägre ansträngningen för de pelagiska näten svårigheter vid tolkning av resultaten. Den lägre ansträngningen förklarar troligtvis varför

provfisket med pelagiska nät inte visade samma resultat som övriga metoder med avseende på sik- och norsbeståndens utveckling i Storsjön.

Enligt de bottensatta nätprovfiskena visade populationen av sik en svag, men inte signifikant, minskning över åren (Tabell 4 och 5). Storleksfördelningen hos flerårig sik (>0+) visade att den absoluta merparten av fiskarna var mellan 200 och 300 mm, vilket inte verkar ha förändrats under de år nätprovfisken och trålning genomförts (Figur 9 och 17). Vid trålning fångades få sikar <160 mm, dvs. de som antagits vara årsungar (0+). Nätprovfiskena med bottensatta nät gav emellertid goda fångster av sik <160 mm - inte minst i provfisket 2011 (Figur 17). För en aktuell bedömning av rekryteringen i Storsjöns sikbestånd är således nätprovfiske ett nödvändigt komplement till den hydroakustiska beståndsskattningen. Hur rekryteringen varit tidigare år kan följas med åldersläsning, vilket inte genomfördes av kostnadsskäl vid provtagningarna 2011. I framtida undersökningar bör åldersanalys av sik ske.

Flertalet sikar som fångades var upp till ca 300 mm. De fleråriga sikarna (>0+) uppehöll sig till stor del i öppet vatten (Figur 3 och 4) där de livnärde sig på djurplankton. Unga, små norsar äter också djurplankton. Man kan anta att introduktion och etablering av nors i Storsjön har skapat ökad konkurrens om födokällan djurplankton. Därtill kommer invandring och etablering av pungräka (*Mysis relicta*), som påträffades för första gången i sjön 1970 (Kinsten 2012), som i skydd av mörker företar dygnsvisa vandringar från botten upp till språngskiktet för att äta djurplankton. Pungräkor fastnade regelbundet i trålens garn under språngskiktet och ansamlingar kunde iakttas vid ekolodningen. Det finns anledning att misstänka att tillgången på pungräka är god i sjön. En skattning av biomassan pungräkor i Storsjön skulle vara möjlig då hydroakustiska data samlades in med både 38 och 120 kHz (Rudstam m fl. 2008, Axenrot m fl. 2009). Pungräkorna är en ny och viktig del i Storsjöns ekosystem, som kan påverka såväl de pelagiska bytesfiskarna sik och nors som öring.

Mängden sik (antal och vikt i nätfångsterna) minskade något över tid (ej signifikant) medan sikens storleksfördelning verkade vara oförändrad. Inte heller norsens storleksfördelning verkade ha ändrats efter att den etablerats i sjön, trots stadig ökning av beståndet. Det är möjligt att sik till viss del kan undvika konkurrens om födan med nors och pungräkor. Resultaten från trålning (Tabell 2) och nätprovfiske (Figur 14-15) 2011 visade att sik och nors till stor del fångades på olika djup. Sik uppehöll sig i huvudsak ovanför språngskiktet och norsen i huvudsak i och under detsamma. Pungräkor är kända att undvika det varmare vattnet över språngskiktet. Abborre var tämligen talrik i sjön men fångades bara i nätprovfisket (Figur 10-11) och då huvudsakligen över språngskiktet (Figur 14-15). Abborren föredrog således det varmare vattnet över språngskiktet och verkade undvika öppet vatten. Möjligen kan samexistens med nors på sikt ge abborren bättre tillväxt (Degerman & Nyberg 1987). Det fåtal större sikar (>350 mm) som fångades vid nätprovfisket (Figur 17) fångades i grunda områden (Figur 18). Dessa större sikar kan därför antas söka föda på botten till skillnad från den stora gruppen mindre sikar som återfinns i öppet vatten och livnär sig på djurplankton. Siken är känd att kunna uppvisa morfologiska och populationsdynamiska skillnader inom samma sjö och framtida studier skulle kunna undersöka eventuella olikheter mellan Storsjöns sikar.

Brabrand (1986) påpekade att norspopulationen skulle kunna öka ytterligare då det saknades konkurrens om födan djurplankton eftersom siklöja saknades i Storsjön. Siklöjan är en strikt djurplanktonätare som konkurrerar med nors i flera stora sjöar som t ex. Vänern, Vättern, Mälaren och Siljan. Siklöjan finns även i flera andra mindre sjöar i Sverige, ofta tillsammans med nors. Brabrants förutsägelse om att norspopulationen skulle fortsätta att öka visade sig stämma. Däremot får nog hans förklaring betraktas som felaktig, då sikbeståndet i Storsjön - åtminstone till största delen - livnär sig på djurplankton och därmed konkurrerar med norsen. Man kan emellertid notera en viktig skillnad mot situationen i sjöar med siklöja. Förutom relativt korta perioder då siklöjan

födosöker i skymning och gryning, uppehåller den sig i det kalla vattnet under språngskiktet - således tvärtemot vad som iakttogs för siken i Storsjön.

Från Åssjön noterades betydligt större mängd sik än i sjöns övriga delar (Figur 3 och 4). Specifikt för Åssjön är Storsjöns utlopp i den nordvästra delen av detta vattenområde (Figur 2). Huruvida den större mängden sik beror på att området har en större mängd djurplankton, lämpliga habitat eller är näringsrikare är inte känt. Denna studie har inte fokuserat på skillnader mellan sjöns olika delar, även om sådana varit tydliga i några fall. Med de data som finns kan en sådan analys göras om en adekvat frågeställning finns.

Mängden fisk i det pelagiska fisksamhället i Storsjön visade både likheter och skillnader mot de två jämförda näringsfattiga sjöarna Vättern och Siljan (Figur 7). Det större antalet fiskar i Vättern förklaras av en hög andel av småvuxen storspigg. Den betydligt större biomassan i Siljan förklaras av att sik är mera storväxt i Siljan och att planktonätande sik i Storsjön motsvaras av siklöja i denna sjö. Även i Vättern är sikarna individuellt större, men jämförelsevis få sikar fångas vid trålningen i samband med de hydroakustiska undersökningarna. Rekryteringen av nors i Storsjön var god och i paritet med de jämförda sjöarna.

Jämförelser med de tidigare hydroakustiska undersökningarna visade sig svåra att göra. Resultaten från Brabrand (1986) är betydligt högre än resultaten från 2011 års undersökning. En möjlig orsak är att Brabrands undersökningar byggde på mycket korta hydroakustiska transekter. Brabrand noterar själv i sin rapport att fisk stod i täta ansamlingar som knappast var representativa för hela sjön. Brabrands uppgift om sikbiomassa bygger på en felaktig beräkning. Undersökningarna av Enderlein (1989, 1992 och 1995) har inte slutrapporterats eller sammanfattats och det är därför svårt att spekulera om orsakerna till skillnaderna i resultaten, utöver att den tekniska utvecklingen av ekolod och analysverktyg varit avsevärd framförallt de senaste 15-20 åren. Det kan noteras att de relativa skillnaderna mellan områden är lika för de olika undersökningarna, även om de faktiska antalen skiljer sig åt. Tråldata från

Brabrand gav värdefull information och kunde användas för jämförelse av storlekar och storleksfördelning 1985 och 2011 (Figur 8-9). Resultaten från undersökningen i Storsjön visar att undersökningsmetoderna ekolodning med trålning och nätprovfiske kompletterar varandra, där bara den ena metoden inte skulle ge en fullständig bild av fiskssamhälle och rekrytering.

Däremot gav varken hydroakustik/trålning eller nätfiske tillräckliga underlag för att övervaka de pelagiska rovfiskarna i Storsjön, i första hand öring. Öringen kommer från ett antal naturvatten (främst Dammån, men även Indalsälven (Kvitsleströmmarna), Hovermoån, Svenstaån, Semsån, Odensalabäcken och Vålbäcken. Därtill görs, som nämnts, årliga utsättningar av öring av Bågedestam. Märkningar av den utsatta öringen i Storsjön visar på sjunkande fångster av utsatt fisk, medan kontrollen av den naturproducerade öringen i Dammån (vid Åhns kraftverk) visar på hög återvandring. Eftersom öring idag är den viktigaste sportfiskearten är det väsentligt att bedöma beståndets status och förutsättningar i sjön. Ekoräkning, trålning och nätprovfisken gav en bra bild av öringens födo fiskar, ung sik och nors, men ringa information om öringen. Som jämförelse till de andra metoderna redovisades därför data från trollingtävlingen 2011. I jämförelsen mellan de olika metodernas fångsteffektivitet på öring användes endast de fiskar från trollingen som registrerades på tävlingen, vilka (enligt reglerna 2011) var över 52 cm (minimimåttet i sjön är 45 cm). Trots detta gav resultatet från tävlingen mer information jämfört med både hydroakustik/trålning och nätprovfiske. Att följa sportfisketävlingar för att kunna följa laxens och öringens utveckling har tidigare provats med goda resultat i Väneren (Johansson & Andersson, 2011). Detta kan, tillsammans med uppföljning av antalet fiskande över perioder eller helår, ge underlag för bedömning av både fiskbestånd och socioekonomisk förvaltning (Andersson m.fl., 2010). Vi anser att det finns en god potential att på sikt få ett bra förvaltningsunderlag från trollingfisket i Storsjön genom att även inkludera fiskar under minimimått i statistiken från tävlingar. Återkommande åldersanalyser på öring från Storsjön skulle, tillsammans med t.ex. skattade

längdklasser från fisketävlingar, kunna ge framtidsprognoser för öringsbeståndets långsiktiga utveckling och bärkraft, speciellt om data kombineras med resultat från återvandringen av lekfisk i Dammån.

Slutligen vill vi poängtera att Storsjöns ekosystem bör följas noggrannare i framtiden. I och med att pungräkorna etablerades i början av 1970-talet, nors introducerades 1977 (försök genomfördes även några år tidigare), och att sjön utgör ett av Sveriges större regleringsmagasin med successivt minskande fosforhalter, är en uppföljning av Storsjöns ekosystem mycket väsentlig. Vi föreslår återkommande studier av den typ som presenterats här, med en inkluderad insamling av data från trolling som diskuterats ovan. SLU Sötvattenslaboratoriet arbetar för närvarande med en analys av uppsteget av öring i Dammån 1950-2009 och effekterna av förändringarna i sjön på öringpopulationen. Vi föreslår för framtiden att ett samlat undersökningsprogram som fokuserar på fisk och pungräkor diskuteras och fastställs. Vi kan idag konstatera att stora förändringar skett i sjön i och med att nors etablerat sig, vilket framgår av denna rapport, samt att pungräkor tillkommit i faunan. Samtidigt har kanadaröding minskat och röding i det närmaste försvunnit. De stora förändringar som skett och hittills dokumenterats motiverar att utvecklingen i Storsjön måste övervakas bättre i framtiden.

## **5 Erkännanden**

Vi vill tacka SLU Sötvattenslaboratoriet, Havs- och vattenmyndigheten och Länsstyrelsen i Jämtlands län som finansierade undersökningen. Vi vill även rikta tack till Lars-Erik Wiberg och Anders Asp på U/F Asterix samt till Olof Enderlein och Olof Filipsson på Sötvattenslaboratoriet för material från tidigare undersökningar i Storsjön. Tack till Rasmus Linderfalk och Linus Soergel för deras provfiskeinsats 2011 och till Anders Dahlén, Ingemar Näslund, Joakim Svensson (Länsstyrelsen i Jämtlands län) och Anders Berglund (Länsstyrelsen i Västernorrlands län) som förmedlade god information om förhållandena i Storsjön. Slutligen vill vi tacka Erik Petersson och Jan Andersson vid Sötvattens- respektive Kustlaboratoriet (SLU) för värdefulla synpunkter på rapporten.

## 6 Referenser

Aglen, A. 1983. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. FAO Fisheries Report 300, pp. 293-298.

Andersson, M., Degerman, E., Johansson M. och Ludvigsson, A. 2010. Trollfisket i Vänern - En skattning vårsäsongerna 1998 och 2009. PM. Dnr 49-2010 Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.

Axenrot, T., Ogonowski, M., Sandström, A., and Didrikas, T. 2009. Multifrequency discrimination of fish and mysids. ICES Journal of Marine Science, 66: 1106-1110.

Balk, H., and Lindem, T. 2011. med Sonar5-Pro, version 6.0.1. [http://folk.uio.no/hbalk/sonar4\\_5/Downloads.htm](http://folk.uio.no/hbalk/sonar4_5/Downloads.htm)

Brabrand, Å. 1986. Hydroakustisk registrering av fisk i Storsjön, Jämtland, med hydroakustisk utstyr. Rapp. Lab. Ferskv. Ökol. Inlandsfiske, Oslo. Nr. 87, 34 s.

Degerman, E. & P. Nyberg, 1987. Fiskfaunans sammansättning och täthet i försurade och kalkade sjöar - en arbetsrapport. Inf. fr. Sötvattenslaboratoriet, 7, 71 p.

Foote, K. G. 1982. Optimizing copper spheres for precision calibration of hydroacoustic equipment. Journal of the Acoustical Society of America, 71: 742-747.

Foote, K. G., Knudsen, H. P., Vestnes, G., MacLennan, D. N., and Simmonds, E. J. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES Cooperative Research Report, 144, 69 pp.

IVF. 2013. Indalsälvens Vattenvårdsförbund. <http://indalsalven.se/>

Johansson, M., och Andersson, M. 2011. Kinnekulle och Sunnanå 2011, samt en skattning av trollfisket i Vänern perioden 1997-2009. 2011. PM. Dnr 26-2011 Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.

Kinsten, B. 2012. De glacialrelikta kräddjurens utbredning i Sverige. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2012:1, 283 s.

Love, R. H. 1971. Measurements of fish target strength: a review. Fishery Bulletin, 69: 703-715.



Love, R. H. 1977. Target strength of an individual fish at any aspect. *Journal of the Acoustical Society of America*, 62: 1397-1403.

Parker-Stetter, S.L., Rudstam, L.G., Sullivan, P.J., and Warner, D.M. 2009. Standard operating procedures for fisheries acoustic surveys in the Great Lakes. Great Lakes Fishery Commission Special Publication 09-01.

Rudstam, L.G., Knudsen, F. R., Balk, H., Gal, G., Boscarino, B. T., and Axenrot, T. 2008. Acoustic characterization of *Mysis relicta* at multiple frequencies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 65: 2769-2779.

